

# PENGARUH VARIASI TABUNG UDARA TERHADAP DEBIT PEMOMPAAN POMPA HIDRAM

Budi Hartono

Fakultas Teknik, Universitas Ibnu Chaldun, Jl. Raya Serang – Cilegon Km.5, Serang – Banten.

Telp. 0254-8235007 / Fax. 0254-8235008

Email : [bo3di\\_hartono@gmail.com](mailto:bo3di_hartono@gmail.com)

## ABSTRAK

*Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Salah satu upaya untuk mendapatkan pasokan air secara kontinyu adalah dengan metode pemompaan. Namun pada kenyataannya permukaan tanah tidak selalu rata, dan daerah yang letaknya lebih tinggi dari sumber air akan mengalami kesulitan dalam mendapatkan pasokan air secara kontinyu. Dari berbagai macam jenis pompa pada saat ini, jenis pompa hidram (Hydraulic Ram Pump) merupakan salah satu solusi tepat. Karena pompa hidram tidak menggunakan bahan bakar listik, BBM ataupun menggunakan mesin yang memerlukan perawatan intensif melainkan menggunakan energi hantaman air (water hammer). Penelitian ini bertujuan untuk mengamati dan menganalisa pengaruh variasi tabung angin dan diameter pipa inlet terhadap debit pemompaan pompa hidram. Metode penelitian melalui perancangan instalasi pompa hidram dan pengamatan pengaruh 3 variasi tabung udara 2 inch, 3 inch, 4 inch. Dengan diameter pipa inlet 2 inch terhadap debit pemompaan pompa hidram.*

*Kata kunci : Pompa Hidram, Tabung udara, diameter pipa inlet*

## 1. Pendahuluan

Efektivitas kinerja dari pompa hidram dipengaruhi dari beberapa parameter diantaranya adalah: tinggi jatuh, diameter pipa, jenis pipa, karakteristik katup limbah, panjang pipa inlet dan panjang pipa pada katup limbah. Penelitian ini bermaksud mengetahui diameter pipa inlet dan tabung udara terhadap debit dan tinggi permukaan pemompaan. Dalam laboratorium pompa hidram bekerja dari aliran air yang mengalir dari reservoir. Ketinggian reservoir ditentukan 3 m dari pompa hidram. Ketinggian air dalam reservoir dijaga tetap penuh supaya tetap tekanan air di dalamnya. Reservoir diisi dari tampungan air di atas gedung fakultas teknik atau menggunakan tower. Dari aliran air tadi mengangkat klep pompa yang telah diberi variasi beban 0,23 kg, 0,46 kg, 0,92 kg hingga naik sampai ke

ketinggian kolom limbah yang ditentukan 12,5 cm. Klep yang terangkat tadi akan turun kembali mendorong air masuk ke dalam tabung udara. Kapasitas tabung udara akan di uji mulai dari 2.356 ml, 3.142 ml, 3.927 ml. Lalu air bisa naik dan masuk ke pipa penghantar sampai dengan ketinggian 2000 cm, 3000 cm, 4000 cm, 5000 cm dalam waktu tertentu. Naik turunnya klep dalam

## 2. Metodologi Penelitian

Metode pembahasan yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisa air yang masuk ke pompa dianggap kontinyu, dengan menjaga head di reservoir tetap, Pompa yang digunakan adalah pompa buatan sendiri yang didesain untuk penelitian serta Pipa inlet terbuat dari pipa PVC dengan panjang 2,5 m

dengan diameter pipa 4 inchi yang divariasikan dengan tabung angin 2.356 ml, 3.142 ml, dan 3.927 ml serta Pipa penghantar terbuat dari pipa plastic PVC dimana desain rumah pompa menggunakan sambungan T 4 inchi dan Pemberat pada katup limbah terbuat dari besi behel dengan pemberat tambahan s45c dengan berat total 0.6 Kg.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil Pengamatan

Hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk kurva karakteristik. Pada setiap variasi ukuran tabung udara.

#### Pengujian 1

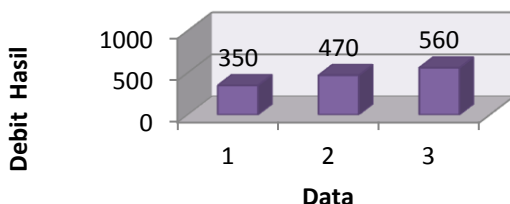
Pengujian 1 dilakukan dengan kondisi pompa hidram sebagai berikut.

1. Volume tabung udara : 0,00069 m<sup>3</sup>
2. Beban katup limbah : 1.5 Kg
3. Head input (H) : 4.2 m
4. Volume reservoir : 2000 L
5. Panjang pipa inlet : 4.7 m
6. Diameter pipa inlet : 2 inch
7. Panjang pipa outlet : 4 - 8 m
8. Diameter pipa outlet : ¾ inch
9. Target actual yg dicapai : 4 m

Tabel 1 Hasil Pengujian I

Data ke-	Debit Air (ml/menit)
1	350
2	470
3	560

#### Grafik Hasil Pengujian I



Gambar 1 Grafik Hasil Pengujian I

Dari pengujian I dengan menggunakan tabung udara yang memiliki volume 0,00069 m<sup>3</sup> debit air yang dihasilkan hanya mampu mencapai ketinggian 4 m hal ini dikarenakan volume tabung udara yang kecil membuat tekanan udara untuk mendorong air naik tidak terlalu besar, sehingga pembuangan air akan tertahan di katup limbah, sehingga air yang dihasilkan akan lebih banyak pengelurannya di katup limbah dibanding di pipa outlet. Dari ketinggian 4 m dengan 3 kali pengukuran debit air yang dihasilkan terjadi penambahan debit air yang keluar seiring dengan semakin halus ketukan katup limbah sehingga dorongan air menuju pipa outlet bisa lebih kontinyu.

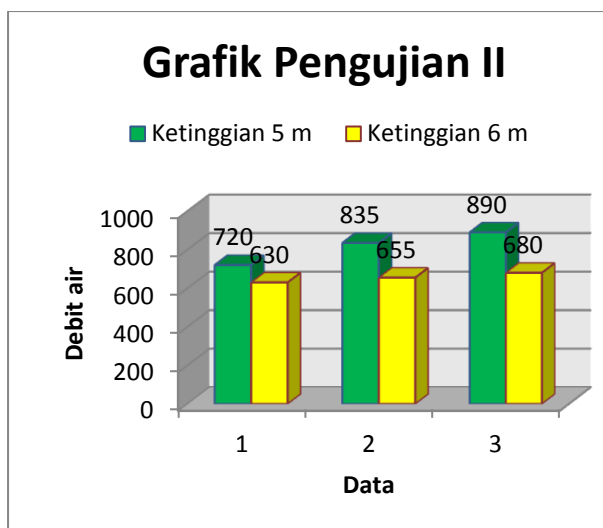
#### Pengujian II

Pengujian II dilakukan dengan kondisi pompa hidram sebagai berikut :

1. Volume tabung udara : 0,0015 m<sup>3</sup>
2. Beban katup limbah : 2 Kg
3. Head input (H) : 4.2 m
4. Volume reservoir : 2000 L
5. Panjang pipa inlet : 4.7 m
6. Diameter pipa inlet : 2 inch
7. Panjang pipa outlet : 4 – 8 m
8. Diameter pipa outlet : ¾ inch
9. Target actual yg dicapai : 5 – 6 m

Tabel 2 Hasil Pengujian II

Data ke-	Debit air (ml/menit)	
	Ketinggian 5 m	Ketinggian 6 m
1	720	630
2	835	655
3	890	680



Gambar 2 Grafik Hasil Pengujian II

Dari grafik hasil pengujian II dengan menggunakan tabung udara yang memiliki volume  $0,0015 \text{ m}^3$  debit air yang dihasilkan mencapai adalah 5 – 6 m dengan debit air yang berbeda. Pada debit air yang dihasilkan saat ketinggian 5 m di dapat 720 ml – 890 ml. Hal ini terjadi karena penambahan volume udara yang lebih besar di banding volume tabung udara pada pengujian I membuat tekanan air di dalam tabung semakin tinggi, sehingga air mampu mendorong dengan ketinggian 5 m dan debit air yang di hasilkan sebanyak 720 – 890 ml.

Di karenakan debit air yang cukup besar maka pipa outlet di tambah 1 meter maka panjang pipa outlet menjadi 6 m. Pada saat penambahan pipa menjadi 6 m awal valve di buka air belum mampu naik dengan ketinggian 6 m hingga beberapa kali percobaan tapi belum mendapatkan hasil dengan ketinggian yang di inginkan hingga akhirnya pemberat katup limbah di tambah 20 gram. Untuk menjaga agar ketukan katup limbah menjadi konstan maka di perlukan karet untk mengikat besi penyangga katup limbah agar tidak berubah saat terjadi ketukan meski ada penambahn berat.

Saat vavle di buka 1 putaran penuh air mulai mengalir menuju body pompa dan katup limbah mulai bekerja. Debit air

limbah bertambah banyak dari sebelumnya di karenakan ada penambahn beban seberat 20 gram. Di karenakan katup limbah yang semakin berat maka tumbukan air untuk mendorong air menuju tabung udara semakin tinggi hingga akhirnya mencapai ketinggian 6 m dengan pengukuran debit air 3 kali pengukuran di hasilkan 630 – 680 ml.

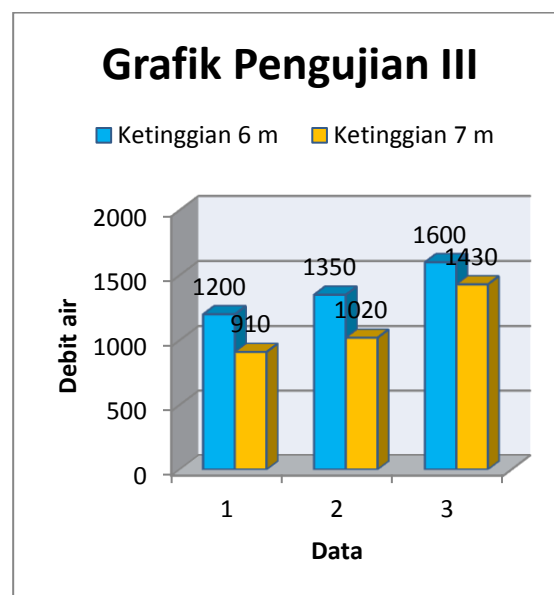
### Pengujian III

Pengujian II dilakukan dengan kondisi pompa hidram sebagai berikut :

1. Volume tabung udara :  $0,0032 \text{ m}^3$
2. Beban katup limbah : 2.5 Kg
3. Head input (H) : 4.2 m
4. Volume reservoir : 2000 L
5. Panjang pipa inlet : 4.7 m
6. Diameter pipa inlet : 2 inch
7. Panjang pipa outlet : 4 – 8 m
8. Diameter pipa outlet :  $\frac{3}{4}$  inch
9. Target actual yg dicapai : 6 – 7 m

Table 3 Hasil Pengujian III

Data ke-	Debit air (ml/menit)	
	Ketinggian 6 m	Ketinggian 7 m
1	1200	910
2	1350	1020
3	1600	1430



### Gamnbar 3 Grafik Hasil Pengujian III

Dari grafik hasil pengujian III dengan menggunakan tabung udara yang memiliki volume  $0,0032 \text{ m}^3$  debit air yang di dihasilkan mencapai adalah 6 – 7 m dengan debit air yang berbeda. Pada debit air yang dihasilkan saat ketinggian 6 m di dapat 1200 ml – 1600 ml. Hal ini terjadi karena penambah volume udara yang lebih besar di banding volume tabung udara pada pengujian II. Membuat tekanan air di dalam tabung udara semakin tinggi hingga mampu mendorong air setinggi 6 m dengan debit air 1200 – 1600 ml.

Setelah menghasilkan debit air dengan ketinggian 6 m langkah selanjutnya adalah menyambung kembali pipa sepanjang 1 m sehingga panjang pipa outlet menjadi 7 m. Pada saat pengujian dengan panjang pipa 7 m tidak ada masalah sehingga air dapat naik secara perlahan dengan debit air dalam tiga kali pengukuran adalah 910 – 1430 ml.

Dari ketiga pengujian tabung udara dapat kita perbandingkan seperti grafik dibawah ini :

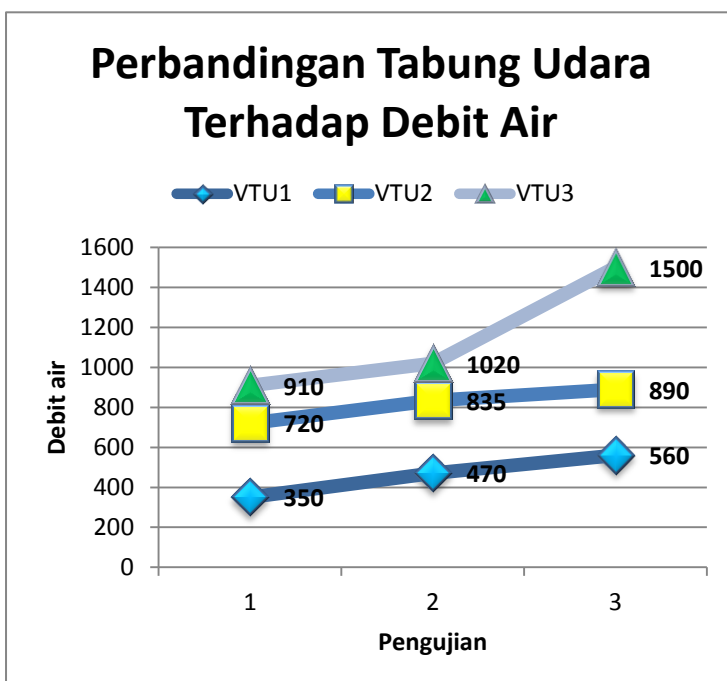
### Pengaruh Variasi Ukuran Tabung Udara Terhadap Unjuk Kerja Sebuah Pompa Hidram

Penggunaan tabung udara dapat memperbesar head output pompa hidram. Hal itu cukup beralasan, karena dengan penggunaan tabung udara, air bertekanan hasil *water hammer* lebih dulu di akumulasi di dalam tabung udara sebelum dialirkan menuju *delivery pipe*. Selain itu, dari hasil pengamatan, fluktuasi head output pompa juga lebih kecil dengan penggunaan tabung udara.

Penambahan volume tabung udara berbanding lurus dengan head output. Seperti yang terlihat dari grafik di atas. Dari pengujian yang telah di lakukan, penambahan volume tabung udara menambah head output. Hal itu di sebabkan karena rongga udara yang besar menambah tekanan udara untuk mendorong air menuju titik yang lebih tinggi, dorongan air dari pipa inlet yang kontinyu dan ketukan air dari katup limbah yang menambah masukan air di dalam tabung udara sehingga tekanan udara di dalam tabung semakin besar.

Penggunaan tabung udara juga berpengaruh terhadap ketukan katup limbah pompa hidram. Dimana setiap bertambahnya volume tabung udara, ketukan katup limbah semakin sedikit. Hal itu terjadi karena dengan bertambahnya volume tabung udara, pada saat awal siklus pompa, tekanan di balik katup penghantar semakin kecil, sehingga sebagian air yang engalir ke dalam badan pompa dapat mendorong katup limbah dan masuk kedalam tabung udara. Oleh karena itu, air yang mengalir menuju katup limbah lebih sedikit, sehingga menyebabkan berkurangnya jumlah ketukan katup limbah.

Berkurangnya jumlah ketukan katup limbah juga mengindikasikan aliran air pada *delivery pipe* lebih halus. Atau dengan kata lain penambahn volume tabung udara juga berfungsi untuk mengurangi denyutan aliran.



Gambar 4 Garfik Perbandingan Tiga Tabung Udara

### Perhitungan Energi Potensial

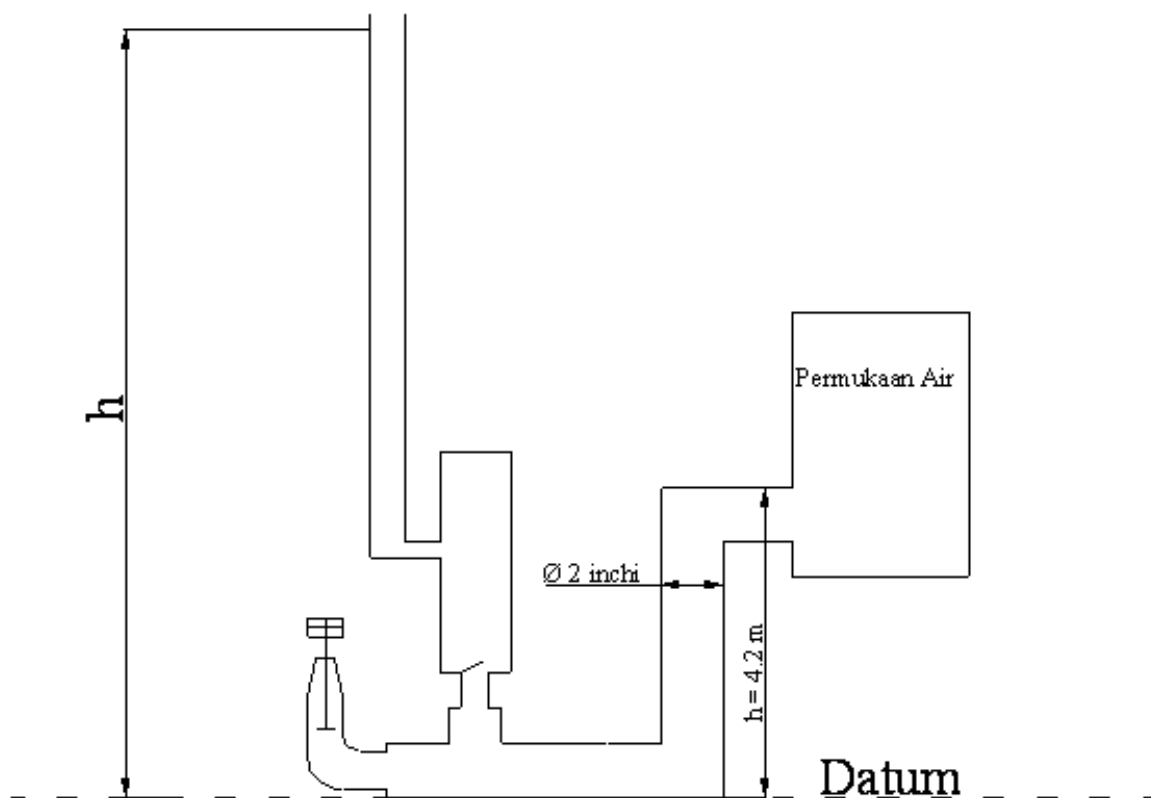
Dari perakitan pompa hidram ini maka dapat kita hitung Energi potensial :

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$m = 34 \text{ Kg}$$

Maka energy potensial dapat di hitung

$$\begin{aligned} E_p &= m \cdot g \cdot h \\ &= 34 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s} \times 4.2 \text{ m} \\ &= 1400.68 \text{ J} \end{aligned}$$



Jadi  $E_p$  yang di dapat adalah 1400.68 J

Gambar 5 Skema Perhitungan Pompa Hidram terhadap Energi Potensial

$$V_{\text{pipa}} = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$\begin{aligned} \text{Dik : diameter pipa} &= 2 \text{ inch} \\ &= 2 \times 2.54 \text{ inch} \\ &= 5.08 \text{ cm} \\ &= 0.0508 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka

$$V_{\text{pipa}} = 3.14 \times 0.0508^2 \text{ m} \times 4.2 \text{ m}$$

$$V_{\text{pipa}} = 0.034 \text{ m}^3$$

Massa jenis air murni adalah  $1 \text{ g/cm}^3$  atau sama dengan  $1000 \text{ kg/m}^3$

Maka massa air dapat di hitung

$$m = \rho \times V_{\text{pipa}}$$

$$m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0.034 \text{ m}^3$$

### 4.1 Kesimpulan

1. Penggunaan tabung udara dapat memperbesar head output pompa hidram, dimana tabung udara dengan volume  $0.0008 \text{ m}^3$  mampu menghasilkan head output sebesar 1 Bar.
2. Penggunaan tabung udara juga mampu memperbesar efisiensi pompa hidram, dengan menggunakan tabung udara yang lebih besar maka debit air yang dihasilkan bisa lebih besar.
3. Besarnya tekanan pada waste valve sangat berpengaruh pada ketinggian yang dicapai dan debit air yang di hasilkan tapi dengan catatan keseimbangan saat penekanan harus

sama dengan penutupan valve (waste valve naik).

#### 4.2 Saran

1. Penelitian dan pengembangan pompa hidram untuk masa-masa yang akan datang sangat diperlukan, mengingat masih banyak faktor-faktor yang dapat meningkatkan performa sebuah pompa hidram untuk diteliti, misalnya penggunaan expander pada katup limbah untuk meningkatkan kecepatan air saat melewati katup limbah, atau penggunaan nozzle pada katup penghantar, yang dapat digunakan untuk mendapatkan performa hidram yang lebih baik.
  2. Dalam pengujian kali ini, ditemukan beberapa kendala diantaranya ketersediaan alat pendukung penelitian, misalnya pressure gauge untuk tekanan rendah, yang di masa mendatang perlu untuk diusahakan untuk mendapatkan data yang lebih baik.
  3. Perlu adanya kesinambungan penelitian pompa hidram ini, agar teknologi hidram tidak berhenti, dan untuk membantu menyebarluaskan teknologi hidram ke daerah-daerah yang memungkinkan menjadi tempat instalasi pompa hidram.
  4. Penelitian pompa hidram tidak cukup sampai disini, masih banyak yang harus diteliti agar kemampuan dan manfaat pompa hidram dapat lebih dikembangkan kembali khususnya untuk keperluan masyarakat luas.
  5. Dari pompa hidram ini bisa dimanfaatkan untuk pengujian turbin air.
2. Robert J. Kodoatie, April 2009, HIDROLIKA TERAPAN ALIRAN PADA SALURAN TERBUKA DAN PIPA, Andi Publisher. Jogjakarta
  1. Rofit waroni. (2012) ‘PERANCANGAN DAN PEMBUATAN POMPA HYDRAM UNTUK DESA KLUWIH KECAMATAN TULAKAN KABUPATEN PACITAN (PENGUJIAN TERHADAP VARIASI VOLUME TABUNG)’ from <http://digilib.its.ac.id/public/TTS-NonDegree-12402-Presentation.pdf>. (2009)..
  2. Suarda, M., Wirawan, IKG., 2008, Kajian eksperimental pengaruh tabung udara pada head tekanan pompa hidram, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM, Vol. 2, No.1., Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Hanafie, J., de Longh, H., 1979, Teknologi Pompa Hidraulik Ram, Pusat Teknologi Pembangunan Institut Teknologi Bandung, Bandung.